

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-009942

(43)Date of publication of application : 16.01.2001

(51)Int.Cl.

B32B 3/12

(21)Application number : 11-187225

(71)Applicant : TORAY IND INC

(22)Date of filing : 01.07.1999

(72)Inventor : HORIBE IKUO

NISHIMURA AKIRA

HONMA KIYOSHI

(54) FIBER-REINFORCED RESIN HONEYCOMB CORE, PREFORM FOR FIBER-REINFORCED RESIN HONEYCOMB CORE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a honeycomb core adapted to a core of a structure such as an aircraft or the like having excellent deformability, and excellent mechanical characteristics for a high strength and high elasticity by solving a problem of the core.

SOLUTION: The FRP honeycomb core comprises a honeycomb core made of a planar aggregate of hollow columnar cells and constituted of a fiber-reinforced resin obtained by impregnating a reinforcing fiber base material with a resin in such a manner that the base material is a reinforced fiber woven fabric made of flat reinforcing fiber filaments and having intertwined points of warps and wefts or 2,000 to 70,000 pieces/m² and a cover factor of 90% or more.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-9942

(P2001-9942A)

(43) 公開日 平成13年1月16日 (2001.1.16)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

7-73-1 (参考)

B 3 2 B 3/12

B 3 2 B 3/12

B 4 F 1 0 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-187225

(22) 出願日 平成11年7月1日 (1999.7.1)

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋区町2丁目2番1号

(72) 発明者 堀部 郁夫

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東

レ株式会社愛媛工場内

(72) 発明者 西村 明

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東

レ株式会社愛媛工場内

(72) 発明者 本間 浩

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東

レ株式会社愛媛工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繊維強化樹脂ハニカムコア、繊維強化樹脂ハニカムコア用プリフォームおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ハニカムコアの問題点を解決し、優れた変形性を有するとともに高強度、高弾性のため機械的特性が優れ、航空機などの構造体のコアとして適したハニカムコアを提供する。

【解決手段】 中空柱状のセルの平面的集合体からなるハニカムコアが、強化繊維基材に樹脂を含浸させた繊維強化樹脂で構成され、前記強化繊維基材が、扁平な強化繊維糸条からなり、たて糸とよこ糸の交錯点数が2、000～70、000個/m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物であることを特徴とするFRPハニカムコア。

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ハニカムコアが、強化繊維基材に樹脂を含浸させた繊維強化樹脂で構成され、前記強化繊維基材が、扁平な強化繊維糸からなり、たて糸とよこ糸の交錯点数が2,000～70,000個/m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物であることを特徴とする繊維強化樹脂ハニカムコア。

【請求項2】 強化繊維基材が強化繊維織物と不織布との張り合わせ体であることを特徴とする請求項1記載の繊維強化樹脂ハニカムコア。

【請求項3】 扁平な強化繊維糸からなり、たて糸とよこ糸の交錯点数が2,000～70,000個/m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物と不織布との張り合わせ体からなる強化繊維基材から構成されていることを特徴とする繊維強化樹脂ハニカムコア用プリフォーム。

【請求項4】 扁平な強化繊維糸からなり、たて糸とよこ糸の交錯点数が2,000～70,000個/m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物からなる強化繊維基材に樹脂を含浸させたプリブレグを用い、このプリブレグを条線状に塗布された接着剤で接着しながら積み重ね、層張することでプリブレグ状態のハニカムコアを作製した後、このプリブレグ状態のハニカムコアの樹脂を硬化させ繊維強化樹脂ハニカムコアとすることを特徴とする繊維強化樹脂ハニカムコアの製造方法。

【請求項5】 扁平な強化繊維糸からなり、たて糸とよこ糸の交錯点数が2,000～70,000個/m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物と不織布との張り合わせ体からなる強化繊維基材に樹脂を含浸させたプリブレグを用い、このプリブレグを条線状に塗布された接着剤で接着しながら積み重ね、層張することでプリブレグ状態のハニカムコアを作製した後、このプリブレグ状態のハニカムコアの樹脂を硬化させ繊維強化樹脂ハニカムとすることを特徴とする繊維強化樹脂ハニカムコアの製造方法。

【請求項6】 プリブレグ状態のハニカムコアを作製した後、所定の曲面に変形させ、さらに、プリブレグ状態のハニカムコアの樹脂を硬化させ繊維強化樹脂ハニカムコアにすることを特徴とする請求項4ないし5記載の繊維強化樹脂ハニカムコアの製造方法。

【請求項7】 ハニカムコアが、強化繊維基材に樹脂を含浸させた繊維強化樹脂で構成され、前記強化繊維基材が、3,000～20,000デニールである扁平な強化繊維糸をたて糸およびよこ糸とする強化繊維織物からなることを特徴とする繊維強化樹脂ハニカムコア。

【請求項8】 ハニカムコアが、強化繊維基材に樹脂を含浸させた繊維強化樹脂で構成され、前記強化繊維基材が、3,000～20,000デニールである扁平な強化繊維糸をたて糸およびよこ糸とする強化繊維織物と不

(2)

特開2001-9942

2

織布の張り合わせ体からなることを特徴とする繊維強化樹脂ハニカムコア。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、繊維強化樹脂（以下、FRPと記す）製ハニカムコアに関し、なかでも航空機、船舶などの構造体を構成するのに好適なハニカムコア、ハニカムコア用プリフォームおよびその製造方法に関する。

10 【0002】

【従来の技術】近年、ハニカムコアを芯材として用いたハニカムサンドイッチ構造体は、軽量、高剛性などの優れた機械的特性を有することから、航空機、船舶などの構造体や建材など広く使用されている。これらのハニカムコアとしては、アルミ箔からなるアルミハニカムコア、強化繊維とマトリックス樹脂からなるFRPハニカムコアがあり、なかでも耐火性の面からアラミド繊維の不織布にフェノール樹脂を含浸させたアラミドハニカムコアが主として用いられている。

20 【0003】上記アラミドハニカムコアを構造体として用いる場合において、通常は、樹脂が硬化した状態のFRPハニカムコアを所定の曲面形状に変形させるないしは所定の曲面に沿うように機械で切削するなどして使用される。このため、ハニカムコアをそのまま変形させる場合においては、その曲面の曲率半径は非常に大きなものとなることや機械加工を行う場合においては、コストがかかることや材料ロスが大きくなるという問題がある。

30 【0004】一方、別の製造方法としては、上記の樹脂が硬化した後のハニカムコア（FRPハニカムコア）の状態での曲面に沿わずに他の樹脂を硬化させる前のプリブレグ状態のハニカムコアの段階で所定の曲面形状に変形させた後、樹脂を硬化させてFRPハニカムコアを作製する方法もある。

40 【0005】しかし、この方法をそのまま上記アラミドハニカムコアを作製する場合に適用しようとすると、基材形態が、繊維がランダムに乱れ配向した不織布から構成されているために基材としての面内変形性が乏しいことから所定の曲面にプリブレグ状態のハニカムコアを追従させることが困難である。つまり、繊維強化基材の面方向の変形性は、プリブレグ状態のハニカムコアを変形させる際には、セル軸方向の変形のしやすさ、すなわち、基材としての曲面への沿い易さになるが、プリブレグ状態のハニカムコアを曲面に追従させようとするとプリブレグ状態のハニカムコアそのものの形状も変化することによっていくらかは追従するものの、より大きな変形を得るためには基材そのものも面内方向で変形する必要がある。このため、不織布からなるプリブレグ状態のハニカムコアは不織布が面内でほとんど変形しないことから曲面への沿いにくいプリブレグ状態のハニカムコアとなっ

(3)

特開2001-9942

3

てしまう。

【0006】また、繊維がランダムに配向していることから不織布から構成されるハニカムコアはセル軸方向の圧縮強さが低いという問題もある。このため構造体において必要な圧縮強さを得るためにはセルを構成するはく材料の厚みを厚くしなければならないため不織布の積層枚数を増やす必要があり重量が増加してしまう。

【0007】さらに、アラミド繊維は吸湿しやすいことから機械的特性の経時変化の問題が懸念されるとともに、切断しにくいことから機械加工が困難であるなどの問題も有する。

【0008】一方、特開平8-187802には、フィラメント数が1,000本で平組織からなる炭素繊維織物にエポキシ樹脂プレポリマーを含浸したシートを積層・展張し、フェノール樹脂プレポリマーを含浸し硬化させた炭素繊維強化樹脂（以下CFRPと記す）ハニカムコアが記載されている。

【0009】このハニカムコアは、炭素繊維からなるために前記の吸湿の問題もなく、また、機械加工性も良好である。このハニカムコアは、織物を面内で変形させようとすると、たて糸とよこ糸はほとんど伸びないがバイアス方向に織物が剪断変形することで変形が可能となる。このバイアス方向の剪断変形は、もともとたて糸とよこ糸の交錯角が90°であったものが、繊維の糸幅が狭くなることや繊維が重なる台うことで交錯角度が20°～60°程度に小さくなることによるものである。

【0010】しかし、このハニカムコアは、織物からなるため不織布に比べ面内での変形性はいくらかは改善されるものの必ずしも十分とは言えない。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来のハニカムコアの問題点を解決し、優れた変形性を有するとともに高強度、高弾性のため機械的特性が優れ、航空機などの構造体のコアとして適したハニカムコアを提供を目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記した問題点を解決するために、鋭意検討を行い、以下の手法を用いることにより優れた変形性を有するとともに高強度、高弾性で機械的特性が優れるFRPハニカムコアを見出すに至った。すなわち、本発明のハニカムコアは、強化繊維基材に樹脂を含浸させた繊維強化樹脂で構成され、前記強化繊維基材が、扁平な強化繊維糸条からなり、たて糸とよこ糸の交錯点数が2,000～70,000個/m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物からなる。

【0013】また、強化繊維基材が強化繊維織物と不織布との張り合わせ体であることを特徴とする。

【0014】また、扁平な強化繊維糸条からなり、たて糸とよこ糸の交錯点数が2,000～70,000個/

4

m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物と不織布との張り合わせ体からなる強化繊維基材から中空柱状のセルの平面的集合体が構成されていることを特徴とする強化繊維基材からなるハニカムコア用プリフォームからなる。

【0015】また、扁平な強化繊維糸条からなり、たて糸とよこ糸の交錯点数が2,000～70,000個/m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物からなる強化繊維基材に樹脂を含浸させたブリブレグを用い、このブリブレグを条線状に塗布された接着剤で接着しながら積み重ね、展張することで中空柱状のセルの平面的集合体であるブリブレグ状態のハニカムコアを作製した後、このブリブレグ状態のハニカムコアの樹脂を硬化させFRPハニカムコアとすることを特徴とするFRPハニカムコアの製造方法からなる。

【0016】また、扁平な強化繊維糸条からなり、たて糸とよこ糸の交錯点数が2,000～70,000個/m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物と不織布との張り合わせ体からなる強化繊維基材に樹脂を含浸させたブリブレグを用い、このブリブレグを条線状に塗布された接着剤で接着しながら積み重ね、展張することで中空柱状のセルの平面的集合体であるブリブレグ状態のハニカムコアを作製した後、このブリブレグ状態のハニカムコアの樹脂を硬化させFRPハニカムコアとすることを特徴とするFRPハニカムコアの製造方法からなる。

【0017】また、FRPハニカムコアが、強化繊維基材に樹脂を含浸させた繊維強化樹脂で構成され、前記強化繊維基材が、3,000～20,000デニールである扁平な強化繊維糸条をたて糸およびよこ糸とする強化繊維織物からなることを特徴とする。

【0018】また、FRPハニカムコアが、強化繊維基材に樹脂を含浸させた繊維強化樹脂で構成され、前記強化繊維基材が、3,000～20,000デニールである扁平な強化繊維糸条をたて糸およびよこ糸とする強化繊維織物と不織布の張り合わせ体からなることを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の望ましい実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

【0020】図1は、本発明に係る構造体の一実施例を示している。

【0021】FRPハニカムコア1は、ハニカムコアが、強化繊維基材2に樹脂を含浸させた繊維強化樹脂で構成され、前記強化繊維基材2が、扁平な強化繊維糸条からなり、たて糸3とよこ糸4の交錯点数が2,000～70,000個/m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物5からなる。

【0022】ここで、ハニカムコアは中空柱状のセルの平面的集合体から構成される。

(4)

特開2001-9942

5

【0023】強化繊維織物を構成する強化繊維としては、炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維などの高強度・高弾性率繊維である。なかでも、吸水性の問題がなく、かつ、耐候性に優れた炭素繊維が好ましく、より好ましくは、JIS R7601法による引張強さが4.5 GPa、引張弾性率が200 GPaの炭素繊維であれば高強度・高弾性率で耐腐蝕性に優れたハニカムコアを得ることができるのでよい。

【0024】強化繊維糸条の太さとしては、3.000デニールから20.000デニールの範囲であることが肝要であるが、6.000デニールから20.000デニールが好ましい。ここで、強化繊維織物における繊維幅は、織物目付と使用する糸の太さが決まれば、おのずとその最大糸幅は決まることになる。このため、前記範囲の下限値に満たない、すなわち強化繊維糸条が細すぎると繊維1本あたりの最大糸幅も小さくなることから、織物の剪断変形における繊維幅の変化度合いが小さくなり、変形しにくい織物になってしまう。一方、前記範囲の上限値を越える、すなわち強化繊維糸条が太すぎると繊維1本あたりの最大糸幅が大きくなり、剪断変形しやすい織物となるが、逆に形態が不安定となり、取り扱いにくい織物になってしまう。このため、3.000デニールから20.000デニールの範囲であれば、優れた剪断変形性能を有するとともに適度の形態安定性を有することになる。

【0025】扁平な強化繊維糸条とは、特に限定されないが、糸幅/厚み比が20以上である糸条が好ましく、30以上よりが好ましい。つまり、糸幅/厚み比が20以上の扁平状態であると、糸幅が短くなった分の繊維は厚み方向に移動することにより補償されるので、織物の剪断変形における糸幅の変化できる度合いが大きいことから、織物の変形性能を大きくすることができ、ブリブレグ状態のハニカムコアやハニカムコア用プリフォームにおいて曲面に沿いやすいものとなる。

【0026】また、扁平状の強化繊維から強化繊維織物が構成されているために織物における繊維の屈曲を小さくすることができ、たて糸ないしよこ糸をFRPハニカムのセル軸と平行に配向させるとFRPハニカムコアの圧縮強さの繊維の屈曲による低下を小さくすることができる。

【0027】強化繊維織物におけるたて糸とよこ糸の交錯点数は強化繊維織物の変形性能の面から2,000~70,000個/m²の範囲が好ましく、3,000~20,000がより好ましい。ここでいう交錯とは、たて糸とよこ糸が絡んでいる状態のことであり、たて糸とよこ糸が交絡してせずに単に重なり合う状態は含まない。

【0028】たて糸とよこ糸の交錯点数が2,000個/m²未満であれば、交錯点数が少ない、すなわちたて糸とよこ糸の交錯点間の距離が大きくなり、たて糸とよ

6

こ糸の拘束力が小さくなるため、織物としては変形しやすくなるが、逆に形態が不安定となり、取り扱いにくくなる。また、形態が不安定であることから織物に樹脂を含浸させる際に微細蛇行が発生しやすいことや繊維と繊維間に隙間ができやすく、FRPハニカムコアにした時に機械的特性が不安定なものになってしまう。

【0029】一方、70,000個/m²を超えると交錯点数が大きくなる、すなわちたて糸とよこ糸の交錯点間の距離が小さくなり、たて糸とよこ糸の拘束力が大きくなるため、織物が面内で変形しにくくなり、ブリブレグ状態のハニカムコアないしハニカムコア用プリフォームとしては曲面に沿いにくいものとなる。このため、無理に沿わせようとするとき織物に皺が入り、強化繊維が屈曲することから機械的特性が低下してしまう。このため2,000~70,000個/m²の範囲が好ましい。

【0030】また、強化繊維織物のカバーファクターが90%以上であることが好ましく、95%以上がより好ましい。強化繊維織物における空隙部は、樹脂を含浸させてブリブレグ状態のハニカムコアにした場合に樹脂のみの部分となる。ここで、カバーファクターが90%未満であれば、この面積が大きくなることから繊維部分と樹脂のみの部分の機械的特性の差が大きくなり、機械的特性が不安定なFRPハニカムコアになってしまう。このため、このFRPハニカムコアに負荷が作用すると樹脂のみの部分にひび割れが入りやすい。このため、強化繊維織物のカバーファクターが90%以上がよい。

【0031】ここで、カバーファクターCfとは、織物の繊維間に形成される空隙部または空隙部に樹脂のみが充填され強化繊維が存在しない目空き部分に関する要素で、織物または織物ブリブレグ上に、面積S₁の領域を設定したときに、その面積S₁の内において繊維によって形成される空隙部の面積、または樹脂のみが充填されて強化繊維が存在しない目空き部分の面積をS₂とすると、次式で定義される値をいう。

$$Cf(\%) = [(S_1 - S_2) / S_1] \times 100$$

強化繊維織物の組織は、特に限定されないが、平組織、綾組織、縞組織のいずれであっても構わない。しかし、織物の形態を安定させる面から平組織が好ましい。

【0032】強化繊維織物の目付は、特に限定されないが、50~500g/m²の範囲がよい。

【0033】強化繊維織物の織り組織形態については特に限定されるものではなく、平組織、綾組織、縞組織などが挙げられる。これらの中でもたて糸とよこ糸が1本交互に交絡した平組織が織物の形態を安定させるという面から好ましい。

【0034】繊維強化樹脂を構成するマトリックス樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂などの熱硬化性樹脂やポリアミド樹脂、ポリエステル樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリフェニレンサルファイド

(5)

特開2001-9942

8

7

樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ABS樹脂、アセタール樹脂のような熱可塑性樹脂である。

【0035】これらのマトリックス樹脂には、例えばリン酸エステル、ハロゲン化炭化水素、酸化アンチモンやホウ酸亜鉛、含リンポリオール、含臭素ポリオール、四塩化無水フタル酸、四臭化無水フタル酸のような公知の難燃剤を配合して難燃性を付与してもよい。

【0036】上記したマトリックス樹脂のうち、フェノール樹脂は、難燃剤を配合しなくても優れた難燃性を備えていることから好ましい。

【0037】本発明のFRPハニカムを構成するFRPにおける強化繊維織物の体積割合は30～65%であることが好ましく、より好ましくは40～60%である。前記範囲の下限値を下回ると樹脂量が多くなることからプリプレグ状態のハニカムコアを硬化させる際の加熱時に樹脂が流れ、樹脂が偏在するFRPハニカムとなってしまう。また、上限値を上回ると樹脂量が少なくなることからプリプレグ状態のハニカムコアを変形させる際に織物の厚み方向に変形しやすいことから織物に皺が発生することになる。

【0038】FRPハニカムコアの高さは、適宜選択すればよく、特に限定されない。

【0039】図2は、FRPハニカムコアの強化繊維基材2が強化繊維織物5と不織布6を張り合わせて一体化したものである。

【0040】ここで、不織布の張り合わせについては、強化繊維織物の少なくとも片面に張り合わせていればよく、両面であってもよい。

【0041】不織布の目付は5～30g/m²の範囲が好ましい。5g/m²未満であると強化繊維織物の形態を安定させる効果が小さい。また、30g/m²を越えると強化繊維織物と不織布の繊維の接合面所が多くなるとともに不織布そのものが面内で変形しにくいことから強化繊維織物の変形性能を阻害してしまう。このため、5～30g/m²の範囲が好ましい。

【0042】強化繊維織物と不織布の張り合わせについては、熱接着による貼り合わせや強化繊維織物と不織布を重ねた状態でニードルパンチングや空気や水などの流体によるパンチなどの機械的接合法によって強化繊維織物に不織布の繊維を貫通させることにより一体化させるとよい。

【0043】不織布を構成するポリマーは、ポリアミド、ナイロン6、ナイロン66、ビニロン、ビリデン、ポリエステル、ポリ塩化ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリウレタン、アクリル、ポリアラミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトン、ポリエーテルイミド、ポリパラフェニレンベンゾビスオキサドール、ポリベンゾビスオキサゾール、ポリグリルアミド、PBT、PVA、PBI、PPSなどのポリマーか

らなる。

【0044】ここで、熱接着による貼り合わせに使用する不織布においては、繊維に低融点の熱可塑性ポリマーからなる低融点成分が僅かに含まれていると、織物に接着した状態では織物の変形性能が損なわれるが、樹脂が未硬化状態のハニカムコアにおいて、低融点繊維の融点以上に加熱することで接着がはずれるとともに樹脂の粘度が下がることで強化繊維織物の変形性が復元され、プリプレグ状態のハニカムコアないしハニカムコア用ブリフォームを所定の曲面形状に追従させることができる。

【0045】なお、不織布を構成するポリマーと低融点の熱可塑性ポリマーは、単にこれらが混合された状態であっても構わないが、好ましくは、不織布を構成するポリマーを芯とし、低融点の熱可塑性ポリマーを鞘とする芯鞘構造が好ましい。そうすることにより、熱可塑性ポリマーの融点以上不織布を構成するポリマーの融点未満に加熱することで強化繊維織物と不織布を一体化させることができるとともに加熱により不織布が破れてしまうようなこともない。

【0046】不織布における低融点繊維の割合があまり多いと樹脂が未硬化状態のプリプレグ状態のハニカムを加熱しても接着がはずれにくいことから強化繊維織物の変形性が損なわれる。また、少ないと織物との接着が不十分になることから5～50重量%であることが好ましい。より好ましくは10～40重量%、さらに好ましくは20～30重量%である。

【0047】低融点繊維のポリマーとしては、共重合ナイロン、変性ポリエステルやビニロン繊維などであり、融点が不織布を形成する他の繊維より低く、60～160℃程度のものである。

【0048】一方、パンチなどの機械的接合法においても、強化繊維織物と不織布は接着固定されておらず、繊維の絡み合いによって張り合わせされているのでプリプレグ状態のハニカムコアを変形させる際にこのプリプレグ状態のハニカムコアを加熱することで樹脂の粘度が下がり、強化繊維織物と交絡した不織布の繊維が抜けたり滑ったりすることで織物の変形することができ、織物の持つ変形性能を阻害することがない。このような効果を得るためには、織物への不織布繊維の貫通を1～1,000パンチ/cm²であることが好ましく、2～500パンチ/cm²であることがより好ましく、10～100パンチ/cm²であることがさらに好ましい。

【0049】また、不織布を構成する繊維は、不織布の繊維が強化繊維織物を貫通させ一体化することから、繊維は短繊維となっていることが好ましく、通常は20～120mmで、わずかな繊維量でより強化繊維織物と交絡する数を多くするために繊維の端部数が多くなるようにするため20～70mmがより好ましい。同様に繊維径もわずかな繊維量でより強化繊維織物を貫通する繊維本数を多くするために繊維の端部数を多くなるようにす

9

るため0.005~0.03mmが好ましい。

【0050】このように、織物と不織布を一体化させることにより織物の目空き部に不織布の微維が存在することになり、通常の強化繊維織物においてもプリプレグを硬化させてFRPにする際の織物の繊維収束や樹脂の移動による織物目空き部の樹脂欠損が発生することを防ぐことができるが、特に、本発明のハニカムコアを構成する扁平な強化繊維糸条からなる織物においては、糸幅が大きく、たて糸とよこ糸の交錯点数が比較的少ないことから、プリプレグ状態のハニカムコアの樹脂を硬化させ、FRPハニカムコアにする際の織物の繊維収束や樹脂の移動による織物目空き部の樹脂欠損が発生しやすいため、不織布と一体化することでこれを防止するのに大きな効果を得られる。

【0051】また、本発明は、扁平な強化繊維糸条からなり、たて糸とよこ糸の交錯点数が2,000~70,000個/m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物と不織布との張り合わせ体からなる強化繊維基材から中空柱状のセルの平面的集合体であるハニカムコア用プリフォームからなる。

【0052】強化繊維織物が不織布と一体化され、織物の形態が安定していることから、樹脂が未含浸状態でも強化繊維基材から中空柱状のセルの平面的集合体が構成されるハニカムコア用プリフォームを得ることができる。そして、このハニカムコア用プリフォームの状態ですべての曲面に変形させた後、樹脂を含浸させ、硬化することでFRP製ハニカムコアを得ることができる。

【0053】FRPハニカムコアの強化繊維基材における強化繊維織物の積層枚数が1枚であることが好ましい。複数枚積層すると接し合う強化繊維織物同士の影響でそれぞれの強化繊維織物の変形性能が拘束され、変形性が小さくなる。1枚であると強化繊維織物の変形性能が大きいためにプリプレグ状態のハニカムコアないしハニカムコア用プリフォームとしての変形性が優れ、曲面賦型性が優れるのでよい。このため強化繊維織物の積層枚数は1枚がよい。

【0054】FRPハニカムコアの強化繊維織物におけるたて糸ないしよこ糸の配向方向がFRPハニカムコアのセル軸に対して平行であるとよい。

【0055】このようにすることにより、FRPハニカムコアに圧縮の方が働いたときに強化繊維でその力を担い、強化繊維織物の持つ優れた機械的特性を有効に利用することができることから圧縮強度の優れたFRPハニカムコアを得ることができる。

【0056】FRPハニカムコアの製造方法としては、まず、扁平な強化繊維糸条からなり、たて糸とよこ糸の交錯点数が2,000~70,000個/m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物からなる強化繊維基材を用い、強化繊維基材に溶媒で希釈した樹脂を湿式法により含浸させ、乾燥させることによ

(6)

特開2001-9942

10

り粘着性をほとんど有しないプリプレグを作製する。

【0057】そして、このプリプレグを条線状に塗布された接着剤で接着しながら積み重ねる。ここで、条線状に塗布する接着剤は、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ナイロン樹脂などであり、好ましくは、これらの常温硬化型のものである。

【0058】ついで、セル高さに合わせて所定の幅にカットした後、所定のセルサイズになるまで展張し、中空柱状のセルの平面的集合体を作製する。尚、展張時の温度条件は、樹脂の種類や溶媒含量にもよるが、室温でも良いし、樹脂が流れたりセル壁同士が粘着しない範囲で加熱しても良い。さらにプリプレグ状態のハニカムコアを加熱することでプリプレグ状態のハニカムコアを変形しやすくし、所定の曲面形状に変形させた後、樹脂を硬化させることでFRPハニカムコアを作製することができる。

【0059】ここで、FRPハニカムコアのセル形状は、四角形、六角形などの多角形であるが、好ましくは、六角形である。

【0060】また、中空柱状のセルの平面的集合体を作製した後、樹脂を硬化させるまでの間に樹脂量が不足しているようであれば、プリプレグ状態のハニカムコアにプリプレグ作製の際と同じように樹脂含浸行程を必要回数繰り返して、樹脂量を増やすこともできる。

【0061】また、上記については、FRPハニカムコアを作製するにあたり、あらかじめセル高さに裁断したプリプレグを用いる方法について記載したが、いったんセル高さよりも大きい高さを有するFRPハニカムコアを作製した後、所定のセル高さにスライス加工することも可能である。

【0062】FRPハニカムコアの他の製造方法としては、扁平な強化繊維糸条からなり、たて糸とよこ糸の交錯点数が2,000~70,000個/m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物の片面ないし両面に不織布を張り合わせた強化繊維基材を用いることもできる。

【0063】強化繊維織物と不織布の張り合わせ方法については、熱接着による貼り合わせであっても強化繊維織物と不織布を重ねた状態でニードルパンチングや空気や水などの流体によるパンチなどの機械的接合法によって微隙を絡めた張り合わせ状態であってもよい。

【0064】そして、この強化繊維基材に条線状に塗布された接着剤で接着しながら積み重ねる。ここで、条線状に塗布する接着剤は、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ナイロン樹脂などであり、好ましくは、これらの常温硬化型のものである。

【0065】さらに、セル高さに合わせて所定の幅にカットした後、所定のセルサイズになるまで展張し、中空柱状のセルの平面的集合体を作製する。さらに曲面形状などの所定の形状に変形させることでハニカムコア用プ

(7)

特開2001-9942

11

12

リフォームを得ることができる。そして、このハニカムコア用プリフォームに溶媒で希釈した樹脂を湿式法により含浸させ、乾燥させることでFRPハニカムコアにすることができる。

【0066】ここで、強化繊維織物の片面ないし両面に不織布を張り合わせ一体化させておくことで樹脂が未硬化状態のハニカムコア用プリフォーム乾燥時の溶媒の気化による強化繊維織物の繊維の収束による目空きや繊維の蛇行を防ぐことができ、カバーファクターが安定した強化繊維織物からなるFRPハニカムコアを得ることができる。

【0067】ここで、FRPハニカムコアのセル形状は、四角形、六角形などの多角形であるが、好ましくは、六角形である。

【0068】また、他のFRPハニカムコアの製造方法としては、前述した強化繊維織物の片面ないし両面に不織布を張り合わせ一体化した強化繊維基材に、溶媒に希釈した樹脂を湿式法により含浸させ、乾燥させることによりプリブレグを作製する。そして、このプリブレグを条線状に塗布された接着剤で接着しながら積み重ね、セル高さに合わせて所定の幅にカットした後、所定のセルサイズになるまで展張し、中空柱状のセルの平面的集合体からなるプリブレグ状態のハニカムコアを作製する。さらにこのハニカムコアを加熱することでプリブレグ状態のハニカムコアを变形しやすくし、所定の曲面形状に変形させた後、樹脂を硬化させることでFRPハニカムコアを作製することもできる。

【0069】ここで、強化繊維織物の片面ないし両面に不織布を張り合わせ一体化させておくことでプリブレグ乾燥時の溶媒の気化による繊維の収束による目空きや繊維の蛇行を防ぐことができ、カバーファクターが安定した強化繊維織物プリブレグを得ることができる。

【0070】また、条線状に塗布する接着剤は、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ナイロン樹脂などであり、好ましくは、これらの常温硬化型のものである。

【0071】さらに、セル高さに合わせて所定の幅にカットした後、所定のセルサイズになるまで展張し、中空柱状のセルの平面的集合体を作製する。さらにプリブレグ状態のハニカムコアを加熱することでプリブレグ状態のハニカムコアを变形しやすくし、所定の曲面形状に変形させた後、樹脂を硬化させることでFRPハニカムコアを作製することができる。

【0072】ここで、FRPハニカムコアのセル形状は、四角形、六角形などの多角形であるが、好ましくは、六角形である。

【0073】また、中空柱状のセルの平面的集合体を作製した後、樹脂を硬化させるまでの間に樹脂量が不足しているようであれば、プリブレグ作製の際と同じように樹脂含浸行程を必要回数繰り返すこともできる。

【0074】

【実施例】以下、実施例によりさらに本発明を詳細に説明する。

実施例1

たて糸およびよこ糸が、糸幅が8.0mm、糸幅/厚み比が80であるフィラメント数が12,000本の炭素繊維（東レ（株）社製「トレカ」T700S-12K-50C）を用い、目付200g/m²でカバーファクター99%での織物を作製した。そして、メタノールで希釈したフェノール樹脂を含浸させ、100℃で10分間乾燥し、ほとんど粘着性を有しない強化繊維織物プリブレグを得た。このプリブレグにおけるたて糸とよこ糸の交絡点数は15,625個/m²であった。次に、セル高さが20mmになるように強化繊維織物プリブレグをよこ糸に平行に幅20mm×長さ200mmのテープ状にカットした。そして、図3に示した展張図のような構成となるように製作した。即ち、このプリブレグ（1層目）に12mmピッチで幅4mmの条線状に常温硬化タイプのエポキシ樹脂接着剤を塗布し、2層目のプリブレグをその上に重ねた。さらに、1層目のプリブレグと同じように2層目のプリブレグの表面に12mmピッチで幅4mmの条線状に常温硬化タイプのエポキシ樹脂接着剤を塗布した。ここで、条線状に塗布する接着剤の塗布面は1層目と半ピッチ（6mm）ずらした。この作業を20回繰り返して、20層のプリブレグを積層体を作製した。そして、接着剤が硬化した後、この積層体の厚み方向に展張することにより、セルサイズが7mmであり、強化繊維織物のたて糸がハニカムコアのセル壁に対して平行に配向したプリブレグ状態のハニカムコアを作製した。さらに、平板の間にこのプリブレグ状態のハニカムコアを挿入し、さらに120℃で加熱して樹脂を硬化させた後、平板を取り除くことでセルの形状が中空六角形の平面的集合体からなる密度が0.03g/cm³の平板状のFRPハニカムコア1aを得た。

実施例2

また、実施例1と同じ強化繊維織物を用いて、実施例1と同様にプリブレグ状態のハニカムコアを作製した。そして、このプリブレグ状態のハニカムコアを曲率半径が200cmの曲面を有する金属製型に80℃に予熱した後、成型し、120℃で加熱して樹脂を硬化させ、曲面形状のFRPハニカムコア1bを得た。

比較例1

たて糸およびよこ糸が、糸幅が2.0mm、糸幅/厚み比が16であるフィラメント数が3,000本の炭素繊維（東レ（株）社製「トレカ」T300-3K-50A）からなるカバーファクター93%で目付200g/m²の織物（たて糸とよこ糸の交絡点数は250,000個/m²）を用いたほかは実施例1と同様にして、平面状のFRPハニカムコア2aを得た。

比較例2

比較例1と同じ織物を用い、織物のたて糸がハニカムコ

(8)

特開2001-9942

13

14

アのセル軸に対し45°に傾斜しているほかは実施例1と同様にし、平面状のFRPハニカムコア3aを得た。

比較例3

比較例1と同じ織物を用いた他は実施例2と同じようにして曲面形状のFRPハニカムコア2bを得た。

比較例4

比較例1と同じ織物を用い、織物のたて糸がハニカムコアのセル軸に対し45°に傾斜しているほかは実施例2と同じようにして曲面形状のFRPハニカムコア3bを得た。そして、これらのFRPハニカムコアの圧縮強さを調べるために5cm×5cmの金属板2枚の間にFRPハニカムコアを挟み込み、静的圧縮試験を行い、FR*

* Pハニカムコア1a～3aの圧縮強さを調べた。この結果を表1にまとめた。

【0075】さらに、FRPハニカムコア1b～3bについても、曲率半径が200cmの5cm×5cmの金属板2枚の間にFRPハニカムコアを挟み込み、静的圧縮試験を行い、圧縮強さを調べた。また、FRPハニカムコア1b～3bについては、プリプレグ状態のハニカムコアを曲面に賦型させる際の強化繊維基材の変形性についても同時に調査した。この結果を表2にまとめた。

【0076】

【表1】

【表1】

		実施例1	比較例1	比較例2
		ハニカムコア1a	ハニカムコア2a	ハニカムコア3a
強化繊維織物 特性	フィラメント数(本)	12,000	3,000	
	糸幅(mm)	8.0	2.0	
	糸幅/厚み比	80	16	
	織物目付(g/m ²)	200	200	
	たて糸とよこ糸の交点数	16,626	260,000	
	カバーファクター(%)	99	93	
ハニカムコア 特性	セル軸に対する強化繊維 織物のたて糸の配向方向	0	0	45
	ハニカム密度(g/cm ³)	0.03	0.03	0.03
	ハニカム高さ(mm)	20	20	20
	セルサイズ(mm)	7	7	7
機械的特性	圧縮強さ(MPa)	0.76	0.60	0.36

【0077】

【表2】

(9)

特開2001-9942

15

16

【表2】

		実施例2	比較例3	比較例4
		ハニカムコア1b	ハニカムコア2b	ハニカムコア3b
強化繊維織物 特性	フィラメント数(本)	12,000	0,000	
	糸幅(mm)	8.0	2.0	
	糸幅/厚み比	80	16	
	織物目付(g/m ²)	200	200	
	たて糸とよこ糸の交錯点数	16,628	250,000	
	カバーファクター(%)	99	93	
ハニカムコア 特性	セル軸に対する強化繊維織物のたて糸の配向方向	0	0	45
	ハニカム密度(g/cm ³)	0.03	0.03	0.03
	ハニカム高さ(mm)	20	20	20
	セルサイズ(mm)	7	7	7
機械的特性	圧縮強さ(MPa)	0.62	0.25	0.30
成形性	曲面追従性	追従可	追従不可	追従可
	曲面成型後のハニカムコアにおける織物の発生状態	発生なし	発生	若干酸が発生

【0078】平板状のハニカムコアについては、実施例1のFRPハニカムコア1aは強化繊維織物を構成するたて糸およびよこ糸が扁平であることから繊維の屈曲が小さくすることができ、FRPハニカムコアの圧縮強さが0.78MPaと、比較例1のFRPハニカムコア1bの0.60MPa、比較例2のFRPハニカムコア1cの0.35MPaに比べ高かった。

【0079】一方、曲面形状のFRPハニカムコアについては、実施例2のFRPハニカムコア1bにおいては、曲面形状に変形させる際に強化繊維織物に皺が発生することなく、曲率半径が200cmの曲面に追従させることができ、圧縮強度も0.62MPaと高かった。比較例3のFRPハニカムコア2bは、曲面に追従させる際に、強化繊維織物に皺が発生したことから圧縮強さは0.25MPaと低かった。また、比較例4のハニカムコアにおいては、強化繊維織物に若干の皺が発生した程度で曲面に追従させることができたが、強化繊維織物のたて糸の配向方向がセル軸に対して傾斜していることからFRPハニカムコアの圧縮強さは0.30MPaと低かった。

【0080】

【発明の効果】本発明のFRPハニカムコアは、中空柱状のセルの平面的集合体からなるハニカムコアが、強化繊維基材に樹脂を含浸させた繊維強化樹脂で構成され、前記強化繊維基材が、扁平な強化繊維糸からなり、たて糸とよこ糸の交錯点数が2,000~70,000個

/m²の範囲にあり、カバーファクターが90%以上の強化繊維織物からなるために優れた曲面追従性を有するとともに強化繊維の持つ高強度、高弾性の機械的特性を如何なく発揮させることができることから航空機や船舶の構造体において好適なハニカムコアを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るハニカムコアの一例を示す断面図である。

【図2】 本発明に係るハニカムコアの他の一例を示す断面図である。

【図3】 本発明に係るハニカムコアをハニカムコアの厚さ方向からみた概念図である。

【符号の説明】

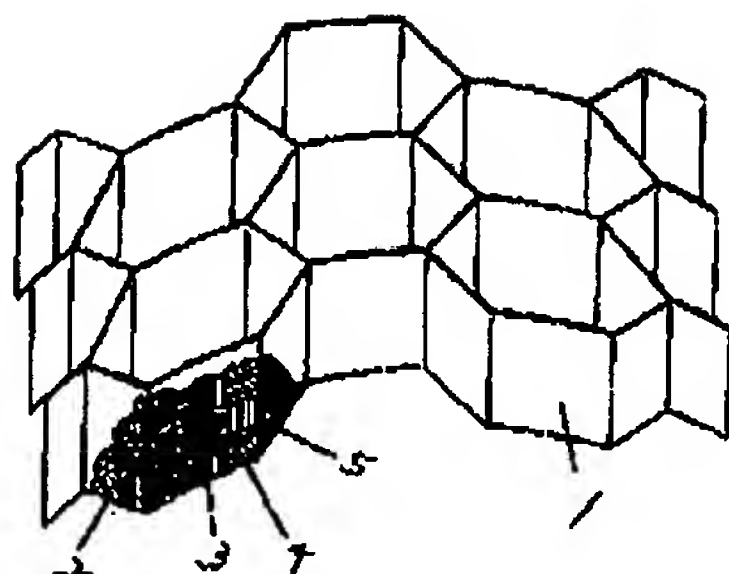
- 1：FRPハニカムコア
- 2：強化繊維基材
- 3：たて糸
- 4：よこ糸
- 5：強化繊維織物
- 6：不織布
- 7：第n層目のプリプレグ
- 8：第n+1層目のプリプレグ
- 9：第n+2層目のプリプレグ
- 10：第n層目と第n+1層目のプリプレグの接着部
- 11：第n+1層目と第n+2層目のプリプレグの接着部

(10)

特開2001-9942

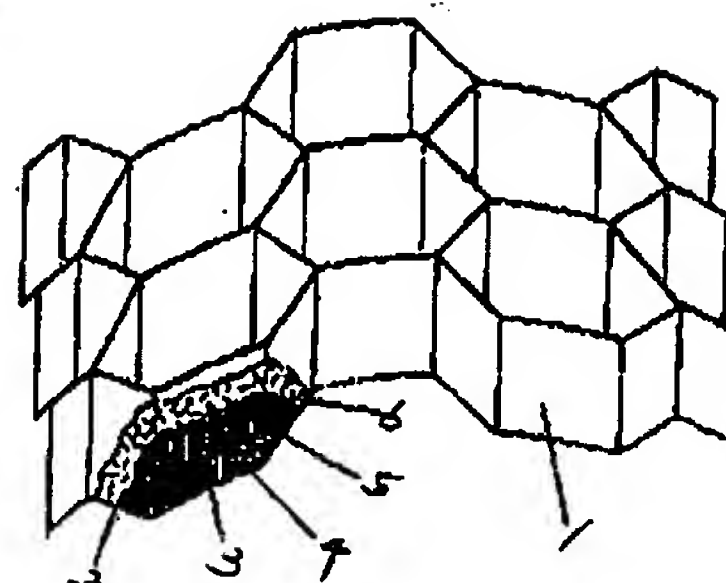
【図1】

図1



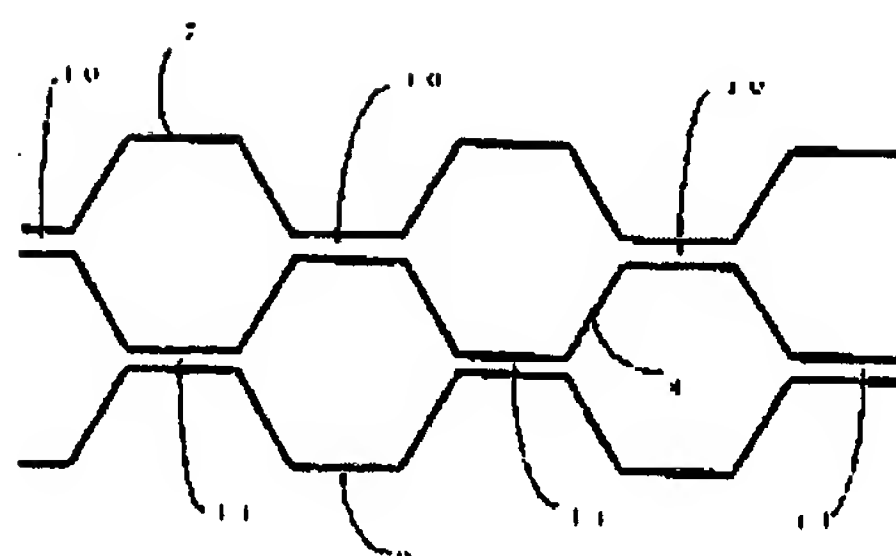
【図2】

図2



【図3】

図3



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F100 AD11 AK01A AK33 AK53G
BA01 DC02A DG01A DG04
DG12A DG15A DH01 DH02A
EA06Z EC18A EH01Z EJ08Z
EJ26Z EJ42Z EJ82A EJ90Z
GB31 JK01 JK07 YY09A